

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

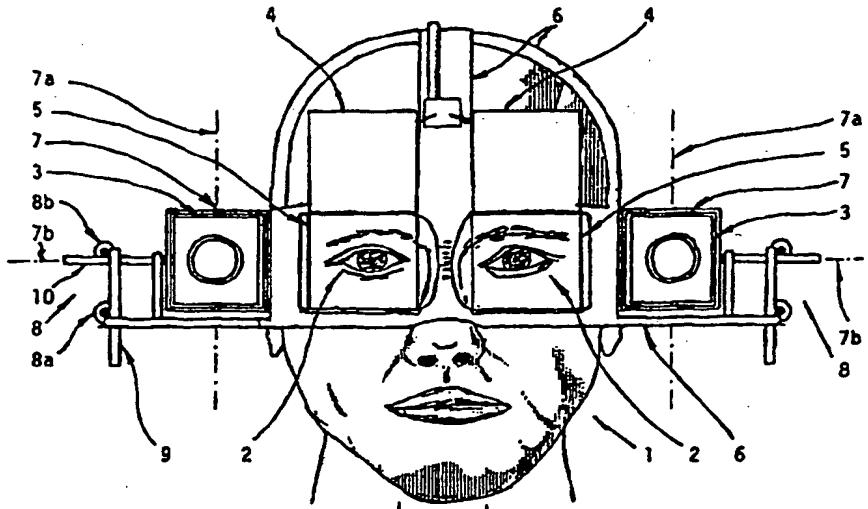
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : A61B 3/113, H04N 5/232, G02B 27/01		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/36271
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. November 1996 (21.11.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/02046		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 13. Mai 1996 (13.05.96)		Veröffentlicht	
(30) Prioritätsdaten: 1411/95-2 15. Mai 1995 (15.05.95) CH		<i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): LEICA AG [CH/CH]; Postfach, CH-9435 Heerbrugg (CH).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): STÜTTLER, Herbert, M. [AT/AT]; Loretoweg 2, A-6830 Rankweil (AT).			

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR THE PARALLEL CAPTURE OF VISUAL INFORMATION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM PARALLELEN ERFASSEN VON SEHINFORMATION

(57) Abstract

In order to ascertain what a person really sees, a monitoring, picture recording system has at least one video camera (3) arranged in such a way that the captured images at least approximately match the field of vision observed by the person. For that purpose, at least one eye parameter, such as the viewing direction and/or the refractive power of at least one eye (2), is determined and the picture recording monitoring system (3) is controlled depending on the thus determined parameters. The position of the centre of the pupil is determined by image sensors (4) associated to the eyes and the visual axis is derived therefrom. At least one video camera (3) secured in an adjustable manner to the head is oriented according to the visual axes. Focusing may also be adjusted depending on the refractive power of the eye. The parallel capture of visual information may be used in many fields, in particular for monitoring tasks and also for therapeutic uses.



(57) Zusammenfassung

Um festzustellen, was eine Person tatsächlich sieht, ist ein bildaufnehmendes Kontrollsyste mit mindestens einer Videokamera (3) so vorgesehen, dass die erfassten Bilder wenigstens annähernd mit dem von der Person beobachteten Blickfeld übereinstimmen. Dazu wird mindestens ein Augenparameter, wie etwa die Blickrichtung und/oder die Brechkraft mindestens eines Auges (2) bestimmt und abhängig von den bestimmten Parametern das bildaufnehmende Kontrollsyste (3) gesteuert. Mit den Augen zugeordneten Bildsensoren (4) ist etwa die Lage des Pupillenzentrums und daraus die Augenachse bestimmbar. Entsprechend den Augenachsen wird mindestens eine verstellbar am Kopf befestigte Videokamera (3) ausgerichtet. Gegebenenfalls wird auch die Fokussierung in Abhängigkeit von der Brechkraft des Auges eingestellt. Das parallele Erfassen von Bildinformationen ist in vielen Bereichen, insbesondere etwa für Kontrollaufgaben und auch für den therapeutischen Einsatz, anwendbar.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereiniges Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Verfahren und Vorrichtung zum Parallelen Erfassen von Sehinformation

- Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine
5 Vorrichtung nach Anspruch 9.
- Bei manuellen Tätigkeiten, die äusserst genau ausgeführt werden müssen,
hängt das Resultat stark von der exakten Beobachtung während der Tätigkeit
ab. Dies gilt insbesondere bei chirurgischen Eingriffen am menschlichen oder
10 tierischen Körper. Wenn die operierende Person das Gewebe im Bereich des
Messers zuwenig genau beobachtet, besteht die Gefahr, dass eine wichtige
Struktur wie etwa ein Nervenbündel durchtrennt wird.
- In Systemen mit hohem Gefahrenpotential beispielsweise in Atomkraftwerken
15 müssen Montage- und Kontrollarbeiten unter guter optischer Kontrolle sehr
exakt durchgeführt werden. Ein exaktes Beobachten ist auch bei Manipulationen
und bei Kontrollaufgaben in der Raumfahrt, der Fliegerei und in komplexen
terrestrischen Systemen unumgänglich.
- 20 Der Wunsch, erfassbar zu machen was eine Person sieht, ist alt und konnte bis
heute nicht erfüllt werden. Der Versuch, die Bildinformation durch das Abtasten
des Sehnervs zu erhalten, führt nicht zum Ziel, weil ein wesentlicher Teil der
Signalbearbeitung und Bilderfassung erst im Hirn erfolgt.
- 25 Eine oder mehrere Video-Überwachungskameras die den ganzen Bereich, der
von einer Person kontrolliert werden soll, aufnehmen, zeigen lediglich auf, was
erfassbar ist, nicht aber was die beobachtende Person erfasst. Um ein
mögliches Fehlverhalten der Person analysieren zu können, ist es sicher
zweckmässig, wenn Überwachungskameras alles Erfassbare aufzeichnen.
- 30 Zudem muss aber auch das Beobachtete erfasst werden.
- Aus der Patentschrift US 4 395 731 ist eine Mikroskopbrille bekannt, die bei
chirurgischen Eingriffen getragen werden kann. Der Operationsbereich wird von
zwei vor den Augen angebrachten Videokameras überwacht. Den Augen
35 werden die Bilder der Videokameras über direkt vor den Augen angeordnete

Monitoren, bzw. Bildflächen zugeführt. Die Verwendung von Zoom-Optiken ermöglicht so die Vergrösserung von Ausschnitten des Operationsbereiches.

Die Augen bleiben immer auf die Bildquellen (z.B. ein CRT) gerichtet, was zu einer schnellen Ermüdung führen kann. Zudem kann nicht bestimmt werden, wie die Augen das ihnen zugeführte Bild erfassen. Es könnte sein, dass ein wichtiger Bildbereich in den Bildquellen nie so betrachtet wird, dass er auf jenen Bereich der Augenretina fällt, der das scharfe Sehen ermöglicht. Durch die Fokussierung und Ausrichtung der beiden Kameras ist eine feste Distanz vorgegeben, die zwischen den Kameras und dem Operationsbereich liegen muss, um eine scharfe und perspektivisch gute Ansicht zu erhalten. Ändert sich diese Distanz aufgrund von Kopfbewegungen, so sind die auf den Monitoren dargestellten Bilder unscharf und/oder können von den Augen nicht mehr so betrachtet werden, dass ein dreidimensionales Bild entsteht. Die manuelle Verstellmöglichkeit ist kaum geeignet, um die Ausrichtung der Kameras an kurzzeitige Distanzänderungen anzupassen. Ein weiterer Nachteil der Mikroskopbrille ist die Einschränkung des Gesichtsfeldes durch die Optiken der Kameras und durch die beschränkte Grösse der Monitoren. Zudem sind Gesichtsbereichs-Änderungen mittels Augenbewegungen auf den Bildbereich der Kameras bzw. der Monitoren eingeschränkt.

Ein optisches System, das die Beobachtungen der arbeitenden oder kontrollierenden Person zu erfassen versucht, indem dieser Person nur die von Kameras erhaltenen Bilder zugeführt werden, schränkt die Beobachtungsfähigkeit dieser Person stark ein und zeigt nicht auf, welche Bereiche der zugeführten Bilder betrachtet werden.

Die erfindungsgemässen Aufgabe besteht nun darin, festzustellen, welche Bildinformationen von einer Person, oder einem beliebigen lichtempfindlichen Sensorsystem tatsächlich erfasst werden.

Die erfindungsgemässen Lösung sieht ein parallel zu den Augen der Person oder parallel zu einem lichtsensiblen Sensorsystem wirkendes bildaufnehmendes Kontrollsyste vor, bei dem eigene verstellbare Parameter durch gemessene Parameter der Augen oder des bildaufnehmenden ersten Systems, bzw. eines

zur Sehinformation führenden Beobachtungsvorganges, gesteuert werden. Es wird somit erfindungsgemäss ein optisches System eingesetzt, das im wesentlichen die Beobachtung der arbeitenden oder kontrollierenden Person parallel zu dieser erfasst, darstellt und/oder speichert. Zum Erfassen der

5 menschlichen Beobachtung wird zumindest die Ausrichtung der beiden optischen Augenachsen gemessen und die dabei erhaltenen Werte werden zur Steuerung der Ausrichtung mindestens einer Kamera, bzw. des zur Abbildung gelangenden Raumwinkelbereiches verwendet. Vorzugsweise erfolgt die Bestimmung der optischen Achsen in einem Koordinatensystem, das relativ zum

10 Kopf fest ist und sich somit mit dem Kopf bewegt. Da die Bewegungen jedes Auges durch sechs äussere Augenmuskeln erfolgt, kann eine Sensorvorrichtung vorgesehen werden, die die Reize dieser Muskeln erfasst und daraus die jeweilige Augenstellung bzw. die optischen Augenachsen ableitet. Bevorzugt wird aber jedem Auge ein optischer Sensor zugeordnet, der die Augenstellung

15 erfasst.

Die Augenstellungen bzw. die Ausrichtungen der optischen Augenachsen, die in einem mit dem Kopf verbundenen Koordinatensystem bekannt sind, werden nun zur Steuerung der Ausrichtung mindestens einer, vorzugsweise aber zweier,

20 über eine Halterung mit dem Kopf verbundener Kameras verwendet. Die mindestens eine Kamera ist dabei so mit dem Kopf verbunden, dass sie analog zu den Augen nebst den Bewegungen aufgrund der Kopfbewegungen auch Bewegungen relativ zum Kopf ausführen kann. Es versteht sich von selbst, dass zum Verstellen des zur Abbildung gelangenden Raumwinkelbereiches anstelle

25 der Kamerabewegung auch eine verstellbare optische Abbildungsvorrichtung, insbesondere mit verstellbaren Spiegeln oder dergleichen vorgesehen werden kann.

Eine Anwendungsmöglichkeit ergibt sich auf den verschiedensten Gebieten, u.a.

30 auch bei der Videotelefonie, bei der ein Gesprächspartner die Möglichkeit erhält, gewissermassen mit den Augen des Benutzers dieselben Dinge zu betrachten, ohne dass zusätzlich aufnahmetechnische Manipulationen nötig sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist auf beiden Seiten des Kopfes im

35 Schläfenbereich im wesentlichen auf der Höhe der Augen eine Kamera mit

einem CCD angeordnet. Jede Kamera ist jeweils dem nähergelegenen Auge zugeordnet. An einem auf den Kopf aufsetzbaren Halteteil ist eine die Kamerabewegungen ermögliche Lagervorrichtung, insbesondere etwa eine kardanische Lagerung, und eine Betätigungs vorrichtung vorgesehen. Die 5 Bewegung einer Kamera bzw. ihrer optischen Achse erfolgt beispielsweise durch die Bewegung eines im wesentlichen parallel zur Kameraachse verlaufenden, mit der Kamera verbundenen, Stiftes. Dabei wird der Stift in einer Ebene quer zum Stift mittels zweier im wesentlichen senkrecht zueinander angeordneter Linearantriebe bewegt.

10 Da die Lage der Kameras etwas von der Lage der Augen verschoben ist, muss bei der Steuerung der Kameraausrichtung eine geometrische Korrektur berücksichtigt werden. Diese Korrektur soll gewährleisten, dass der Schnittpunkt der beiden Kameraachsen am gleichen Ort liegt, wie der Schnittpunkt der 15 beiden optischen Augenachsen. Bei parallelen Augenachsen ist keine Korrektur nötig.

Um den von den Augen fixierten Punkt zu bestimmen, muss berücksichtigt werden, dass die Fixierlinie des Auges nicht mit der optischen Achse 20 übereinstimmt. Bei der optischen Achse des Auges handelt es sich um die Achse, bezüglich welcher der optische Apparat des Auges (Cornea, Iris, Linse) im wesentlichen rotationssymmetrisch ist. Weil aber der empfindlichste Bereich der Retina, die Fovea centralis etwas neben dieser Achse liegt, ist die Gesichtslinie bzw. Fixierlinie wenig gegen die optische Achse geneigt. Die Abweichung zwischen diesen beiden Linien kann als Standardabweichung 25 berücksichtigt oder etwa bestimmt werden, indem bei vorgegebener Kopfausrichtung von den Augen ein Punkt mit bekannter Lage fixiert wird und dabei die Richtungen der optischen Augenachsen gemessen werden. Aufgrund der bekannten Kopfausrichtung, bzw. der Lage der Augen und des 30 vorgegebenen Fixierungspunktes sind die Fixierlinien festgelegt, so dass die Abweichungen zwischen den optischen Augenachsen und den entsprechenden Fixierlinien bestimmbar sind.

Beim Berücksichtigen der unterschiedlichen Ausrichtung der optischen Achse 35 und der Gesichtslinie eines Auges kann die mittels des Sensors bestimmte

- Richtung der optischen Achse aufgrund der bekannten Abweichung in die Richtung der Fixierlinie umgerechnet werden. Die Kameraachsen werden dann gemäss den Fixierlinienrichtungen auf den Fixierungspunkt ausgerichtet, so dass der Fixierungspunkt ins Zentrum des Bildbereiches zu liegen kommt. Werden die
- 5 Kamerassen aber entsprechend den optischen Augenachsen ausgerichtet, so ist der Fixierungspunkt etwas neben dem Bildzentrum. Die Lage des Fixierungspunktes kann dann aufgrund der bekannten Abweichungen bei der Darstellung bzw. Auswertung der Kontrollbilder markiert bzw. berücksichtigt werden.
- 10 Falls das Kontroll-Beobachtungssystem keine dreidimensionale Bildinformation erfassen muss, genügt eine Ausführungsform mit lediglich einer Kamera, die vorzugsweise im Stirnbereich mittig über den beiden Augen angeordnet wird. Auch die Ausrichtung dieser Kamera soll auf den Schnittpunkt der Augenachsen, oder gegebenenfalls auf den Schnittpunkt der Gesichtslinien,
- 15 bzw. bei fehlendem Schnittpunkt parallel zu den Augenachsen erfolgen.

Anstelle des Ausrichtens mindestens einer Kamera kann etwa eine fest mit dem Kopf verbundene, vorzugsweise gerade nach vorne gerichtete, Kamera insbesondere mit Weitwinkeloptik eingesetzt werden, wobei die aus der

20 Messung der Augenachsenrichtungen ableitbare Fixierlinie dann zum Bestimmen des betrachteten Bildbereichs verwendet wird. Durch das kontinuierliche Markieren des jeweiligen Fixierungspunktes oder durch das Darstellen lediglich eines um den aktuellen Fixierungspunkt angeordneten Bildbereiches kann erfasst werden, was die kontrollierte Person betrachtet.

25 Aus dem Bereich der Foto- und Videokameras sind Verfahren und Vorrichtungen zum Bestimmen der Ausrichtung der optischen Augenachse bekannt. Aufgrund der bestimmten Achsenlage erfolgt etwa die automatische Fokussierung auf den betrachteten Bildbereich. Zur Achsenbestimmung wird

30 das Auge mit Infrarotlicht, das vom Auge nicht wahrgenommen wird, beleuchtet und das reflektierte Infrarotlicht, bzw. das Augenbild wird auf eine Bildsensorebene abgebildet. Das Augenbild setzt sich im wesentlichen aus Reflexionen an der Hornhaut (Cornea) und der Iris zusammen. Da der grösste Anteil des durch die Pupille gelangenden Infrarotlichtes nicht zurückgeworfen

35 wird, kann mit dem Bildsensor und mit einer damit verbundenen

- Bildauswertungseinheit ein Unterschied im Randbereich zwischen Pupille und Iris ermittelt werden. Gegebenenfalls wird auch die von der Augenrichtung abhängige Form der Iris bestimmt und das Zentrum der Pupille als Schnittpunkt der zwei Hauptachsen, der im Bild ellipsen- oder gegebenenfalls kreisförmigen
- 5 äusseren Iris-Berandung festgelegt. Die optische Augenachse ist dann die Linie, die durch das Zentrum der Pupille und durch ein vorgängig zu bestimmendes Augendrehzentrum führt.
- Zum Bestimmen des Augendrehzentrums wird etwa bei fester bekannter
- 10 Kopfausrichtung und Kopflage mindestens für zwei bekannte, nacheinander von den Augen fixierte Fixierpunkte eine Fixierlinien-Bestimmung durchgeführt. Die Fixierpunkte sind vorzugsweise zwei fest mit der Halterung für die Kameras und die Sensoren zur Bestimmung der Pupillenlage verbindbare Markierpunkte, so dass die Bestimmung unabhängig von der Kopfausrichtung erfolgen kann. Das
- 15 Augendrehzentrum liegt dann im wesentlichen beim Schnittpunkt der durch die Fixierpunkte gelegten Fixierlinien. Da das Augendrehzentrum auf der optischen Augenachse liegt, muss zur Erhöhung der Bestimmungsgenauigkeit aufgrund der Abweichung zwischen Fixierlinie und optischer Augenachse, wie oben beschrieben, eine Korrektur gemacht werden. Der Abstand zwischen den
- 20 Drehzentren der beiden Augen entspricht dem Augenabstand. Wenn die beiden Augen im wesentlichen gerade und horizontal nach vorne ins Unendliche blicken, werden die beiden Iris je kreisförmig auf die beiden Bildsensorebenen abgebildet, der Abstand zwischen den Pupillenzentren entspricht ebenfalls dem Augenabstand und die Pupillenzentren liegen je in einem Auslenkungsnullpunkt.
- 25 Um die Augen unabhängig von der Kopfausrichtung parallel gerade nach vorne auszurichten, wird gegebenenfalls gerade vor jedem Auge ein mit der Halterung verbundener Markierpunkt angeordnet. Die Augen sind dann parallel nach vorne ausgerichtet, wenn die beiden je einem Auge zugeordneten Markierpunkte in den Bildern beider Augen aufeinander liegen.
- 30 Durch die Bestimmung des Randbereiches zwischen Pupille und Iris ist auch die eingestellte Blende bekannt. Diese Blende soll gegebenenfalls auch als gemessener Parameter zur Steuerung der Blende des Kontrollsystems verwendet werden und so die Lichtverhältnisse analog zu jenen im Auge variieren. Dies ist dort von Vorteil, wo man eher am tatsächlich durch das Auge
- 35

wahrgenommenen Bild interessiert ist als an einem möglicherweise besseren, das durch die Kamera aufgenommen wird (z.B. bei medizinischen Anwendungen). Um im Kontrollsysteem für die Bildaufnahme optimale Lichtverhältnisse zu haben, wird die Blende automatisch verstellt, dabei geht jedoch 5 gegebenenfalls wahlweise der tatsächliche Helligkeits- und Schärfeneindruck des Anwenders verloren.

Bei den Augenachsen-Bestimmungsverfahren gemäss dem Stande der Technik wird das vom Auge zurückgeworfene Infrarotlicht durch einen teildurchlässigen 10 Infrarot-Spiegel (dichroitischer Spiegel), dessen Reflexionsrate für Infrarot sehr hoch und für sichtbares Licht sehr klein ist, seitlich aus dem Strahlengang der Kamera gegen den Bildsensor ausgelenkt. Dadurch wird gewährleistet, dass die Sicht auf die Bildebene der Kamera ungestört ist. Bei der erfindungsgemässen Lösung schaut das Auge hingegen weder durch ein Okular noch auf eine 15 bilddarstellende Fläche, sondern direkt auf die Objekte. Um die Achsbestimmung durchzuführen, muss aber vor dem Auge mindestens ein Infrarot-Spiegel vorgesehen sein, der zumindest das Infrarotbild des Auges auf einen Bildsensor seitlich am Rand des Gesichtsfeldes umlenkt. Gegebenenfalls wird aber auch das infrarote Beleuchtungslicht von mindestens einer seitlichen 20 Quelle über einen Spiegel dem Auge zugeführt.

Bei den bekannten Anwendungen der Augenachsenbestimmung ist das Auge jeweils nahe am Okular der Sucheranordnung, so dass das durch die Infrarotmessung bestimmte Augenbild nicht oder nur wenig durch Reflexionen 25 des Umgebungslichtes beeinträchtigt wird. Bei der erfindungsgemässen Anordnung ist das Auge im wesentlichen ungeschützt dem Umgebungslicht ausgesetzt. Um eine Störung des Augenbildes und seiner Auswertung durch Umgebungslicht zu verhindern, sieht die Patentanmeldung DE 43 37 098 eine Betriebsweise vor, bei der die Bildinformation auf der Basis des Unterschiedes 30 zwischen Phasen mit Infrarotbeleuchtung und Umgebungslicht und Phasen nur mit Umgebungslicht ausgewertet wird. Aus der europäischen Patentanmeldung EP 602 895 ist ein äusserst kompakter Achsbestimmungssensor bekannt.

Da das Auge in der erfindungsgemässen Anordnung im wesentlichen 35 uneingeschränkt dem Umgebungslicht ausgesetzt ist, ist es jedoch gut

beleuchtet und erlaubt gegebenenfalls die Bestimmung der Pupillenlage mit einem Bildsensor (CCD), der für Licht im sichtbaren Bereich empfindlich ist. Bei der Achsenbestimmung kann somit auf eine Beleuchtung mit Infrarot verzichtet werden.

5

Nebst der Ausrichtung der Augen ist die Akkommodation durch die Einstellung der Brechkraft der Linse ein weiterer wichtiger Parameter des Beobachtungsvorganges. In einer ersten Näherung kann davon ausgegangen werden, dass die Brechkraft der beiden Augen immer auf den Fixierpunkt

- 10 eingestellt ist. Entsprechend sollen die Optiken der Kameras so gesteuert werden, dass der Fixierpunkt, dessen Abstand aufgrund des Abstandes zwischen den beiden Augen und den Ausrichtungen der Fixierlinien (Triangulation) bestimbar ist, scharf gestellt wird. Die Bestimmung des Fixierpunkt-Abstandes mittels Triangulation ist zumindest im Nahbereich
15 genügend genau. Gegebenenfalls können die Optiken der Kameras auch mittels Autofokus im Bereich des Fixierungspunktes scharfgestellt werden.

- Zur Bestimmung der Brechkraft des Auges werden Augenrefraktometer eingesetzt, die im wesentlichen die sphärische Dioptrie, den Astigmatismus und
20 die Astigmatismusachse messen. Da sich der Astigmatismus und die dazugehörige Achse zumindest in erster Näherung während eines Beobachtungsvorganges nicht ändern, muss lediglich die sphärische Dioptrie bestimmt werden um, die Brechkraft des Kontrollsystems mittels gemessener Parameter zu steuern. Die Messung dieses Parameters wird dadurch erschwert,
25 dass er bei beliebiger Ausrichtung des Auges bestimmt werden muss.

- Die Änderung der Linsenbrechkraft geht mit Formänderungen der Linse einher, die zumindest in bestimmten Richtungen oder Schnittebenen gegebenenfalls mittels Ultraschallechographie bestimbar sind. Zum Ausmessen des Auges
30 entlang der optischen Achse wird ein Ultraschallsignal über eine Vorlaufstrecke aus Wasser an das Auge angekoppelt. Die Linsendicke ergibt sich durch
- Laufzeitdifferenzen der Echos an den beiden Linsenberandungen. Nebst den reinen Laufzeitmessungen entlang einer Achse werden auch beim Auge bildgebende Ultraschall-Messverfahren verwendet, die Schnittbilder durch das Auge
35 darstellen. Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung muss das Auge eine im

wesentlichen ungestörte Sicht nach vorne haben. Eine gegebenenfalls vorgesehene Ultraschallankoppelung muss daher von der Augenseite her erfolgen. Zur Berechnung der aktuellen Brechkraft muss dabei die in mindestens einem Schnittbild erscheinende Gestalt der Linse zusammen mit der aktuellen 5 Augenachse verwendet werden.

Eine Ultraschallmessung hat gegenüber den Messungen mit Licht den Vorteil, dass das Innere des Auges und somit auch die Linse nicht nur im wesentlichen entlang der optischen Achse, also in einer Richtung in welcher das Auge licht-10 durchlässig ist, analysiert werden kann. Dafür sind die Messgenauigkeiten kleiner und die nötigen Umrechnungen aufwendiger.

Bei der bevorzugten optischen Messung der Brechzahl des Auges ist es wichtig, eine geeignete Einstellung des Refraktometers zum zu untersuchenden Auge 15 herzustellen und den Abstand zwischen beiden genau zu justieren. Zudem ist es wesentlich, die nachteiligen Auswirkungen des Augenzwinkerns auf die Messung auszuschliessen. Aus der Patentanmeldung DE 29 37 891 ist ein Refraktometer bekannt, das in einem ersten Schritt optimal auf das, auf ein Fixationsobjekt gerichtete, zu untersuchende Auge eingestellt wird. In einem 20 weiteren Schritt wird eine verstellbare Testbildstruktur, vorzugsweise definiert ausgerichtete Lichtstrahlen, durch die Linse auf die Netzhaut abgebildet. Das reflektierte, aus dem Auge austretende Licht des Bildes auf der Netzhaut und dessen Änderung beim Verstellen des Testbildes wird analysiert, um die mittlere Dioptrie (sphärisch), den Astigmatismus (zylindrisch) und die 25 Astigmatismusachse (Zylinderachse) zu bestimmen.

Bei einem bewegbaren Auge, dessen optische Achse aufgrund einer Messung bekannt ist, muss ein Infrarot-Testbild jeweils entlang der aktuellen Augenachse auf die Netzhaut abgebildet werden können. Dazu wird beispielsweise von 30 einem Leuchtdiodenarray, oder einer von hinten durchleuchteten Flüssigkristall-Bildfläche ein Testbild erzeugt, das von einem optischen System umgelenkt, gegebenenfalls fokussiert und durch die Pupille ins Auge geführt wird. Die Abbildung auf der Netzhaut wird wiederum mittels Umlenkung und etwa Fokussierung einer Bildaufnahmeverrichtung, bzw. Infrarotsensoren zugeführt. 35 Indem die Testbilder von verschiedenen Bereichen des Arrays, bzw. der

- Bildfläche ausgehen, kann mit einer geeigneten Optik erreicht werden, dass die Bilder entlang der jeweils aktuellen optischen Achse gegebenenfalls im wesentlichen fokussiert auf das Auge geführt werden können. Mittels Variationen der Testbilder kann das Abbildungsverhalten der Augenoptik
- 5 bestimmt werden. Es versteht sich von selbst, dass die im freien Gesichtsfeld des Auges angeordneten optischen Elemente, insbesondere die Umlenkelemente, bzw. dichroitische Spiegel, deren Aufbau z.B. aus der japanischen Patentanmeldung JP 88865/1978 bekannt ist, für Licht im sichtbaren Bereich ungehindert passierbar sein sollen. Zur Strahlumlenkung
- 10 sind nebst flacher Spiegel auch gekrümmte Spiegel verwendbar. Mittels zweier viertelkugelförmiger konkaver, je von zwei entgegengesetzten Seiten beleuchtbarer, Spiegel wäre das Auge im wesentlichen aus jeder möglichen Augenachsenrichtung beleuchtbar.
- 15 Bei dem oben beschriebenen Messsystem mit einer Sender- und einer Empfängermatrix kann anstelle des Übertragens von Testbildern auch ein sequentielles Senden und paralleles Empfangen vorgesehen werden. Dabei wird etwa zumindest ein Teil der Leuchtdioden des Diodenarrays hintereinander ein- und ausgeschaltet und die rückgestreuten Bilder werden vorzugsweise
- 20 zusammen mit der ebenfalls bestimmten Achsenlage zur Bestimmung mindestens eines Akkommodationsparameters verwendet. Mit einem System mit einer Sender- und einer Empfängermatrix kann insbesondere auch die Pupillenlage und somit die Achsenlage bestimmt werden.
- 25 Anstelle eines Leuchtdiodenarrays kann gegebenenfalls auch mindestens ein richtungs- und insbesondere auch lageverstellbarer Infrarot-Diodenlaser eingesetzt werden. Der Laserstrahl müsste durch ein optisches System und über ein dichroitisches Einblendelement im wesentlichen entlang der aktuellen Augenachse zur Abbildung auf die Netzhaut ausrichtbar sein. Das aus dem
- 30 Gesichtsfeld ausgelenkte und gegebenenfalls durch eine verstellbare Optik geführte Rückstrebild der Netzhaut müsste mindestens einem Infratotsensor, gegebenenfalls aber einem Sensorarray zuführbar sein.
- Durch das kontinuierliche Bestimmen der optischen Augenachsen, der
- 35 Pupillenweite und der Akkommodation während eines Sehvorganges wird das

- parallele Erfassen von Bilddaten mittels Kameras und anhand dieses Bildmaterials eine dynamische Sehanalyse ermöglicht. Akkommodationsfehler können durch den Vergleich der Lage des Fixierpunktes mit der gemessenen Dioptrie, bzw. Akkommodations-Distanz erkannt werden. Bei der Vorgabe von 5 dreidimensional bewegten Fixierpunkten kann kontrolliert werden, wie die Augen diesen Punkten folgen. Dynamische Sehanalysen können auch beim Lesen von Text oder Musiknoten, insbesondere auch beim Überwachen von Instrumentenanzeigen Augenführungsfehler aufzeigen. Nebst Kontroll-, Leit- und Diagnoseaufgaben sind auch therapeutische Anwendungen möglich. Übungen 10 im Grenzbereich des Auftretens erkannter Sehfehler, insbesondere etwa Akkommodationsgrenzen oder Probleme beim exakten Einstellen beider Augen auf einen einzigen Punkt (Fusionsprobleme), können unter interaktiver Kontrolle das Sehverhalten verbessern. Im Musikunterricht kann sowohl gutes wie 15 schlechtes Notenleseverhalten aufgezeichnet und anhand der Aufzeichnungen analysiert werden. Die Optimierung des Sehverhaltens kann auch in Sportarten, wie etwa Tennis, Schiessen und bei Spielen mit Torhütern von Bedeutung sein. Personen in einem Kontrollzentrum können so über Funk einem Anwender 20 unmittelbare Anweisungen geben, z.B. bestimmte Gegenstände zu fixieren.
- Ein weiteres Anwendungsgebiet des erfindungsgemässen Erfassens mit einem bildaufnehmenden Kontrollsyste ist das blickgesteuerte Ansteuern von Menuefeldern auf einem Bildschirm. Diese Möglichkeit ist insbesondere bei Operationen, bei denen die operierende Person die Operation am Bildschirm 25 verfolgt, vorteilhaft. Die Menuefelder werden vorzugsweise durch Symbole gekennzeichnet, die zu Erkennungszwecken in einem Bildverarbeitungssystem gespeichert sind. Die Bildausschnitte des Kontrollsyste im Bereich des Fixierpunktes sind mittels Bildverarbeitung mit den gespeicherten Symbolen vergleichbar. Dazu ist sowohl die Bildschirminformation als auch die 30 Bildinformation des Kontrollsyste der Bildverarbeitung zugänglich. Wenn nun die kontrollierten Anwenderaugen ein Menuefeld, bzw. das dazugehörigen Symbol über eine vorgegebene Zeit fixieren, oder über ein Schaltorgan, das etwa mechanisch oder akustisch betätigbar ist, den Erkennungsvorgang auslösen, wird das betrachtete Symbol wenn möglich einem entsprechenden gespeicherten Symbol zugeordnet. Bei einer erfolgreichen Zuordnung werden

gegebenenfalls weitere Menuefelder auf dem Bildschirm dargestellt, oder aber ein Befehl wird, gegebenenfalls nach einer Bestätigung ausgeführt.

- Das blickgesteuerte Ansteuern von Menuefeldern durch ein Okular ist
- 5 beispielsweise aus dem Bereich von Videokameras bekannt. Dort muss lediglich eine Augenachse bestimmt werden, um den betrachteten Bildbereich erkennen, bzw. zuordnen zu können. Bei frei beweglichem Kopf und Augen, müsste die Nullpunktslage und die Orientierung des kopffesten Koordinatensystems, sowie in Koordinaten desselben die Augenachse, bzw. Fixierlinie bekannt sein, um
- 10 eine Fixierlinie richtig im dreidimensionalen Raum anordnen und gegebenenfalls mit der Bildschirmebene schneiden zu können. Nebst der Bestimmung der Augenachsen müssten die Bewegungen des Kopfes telemetrisch überwacht werden. Um eine Fixierlinie im dreidimensionalen Raum anzugeben ist der Aufwand gross und zudem besteht zumindest bei kleinen Menuefeldern die
- 15 Gefahr, dass nicht das richtige Feld bestimmt wird. Das Vergleichen von betrachteten Symbolen mit vorgegebenen Symbolen dürfte somit in den meisten Fällen einfacher und effizienter sein.

- Eine weitere Anwendung, die im wesentlichen ähnlich ist zum oben
- 20 beschriebenen blickgesteuerten Ansteuern von Menuefeldern, ist das Erkennen von kontrollierten Instrumenten-Anzeigen. Beim Überwachen von Instrumenten ist es wichtig, dass einzelne Anzeigen in vorgegebenen Zeitintervallen mindestens einmal von der kontrollierenden Person abgelesen werden. Das Bildmaterial des Kontrollsysteins muss diese Anzeigen somit in den
- 25 vorgegebenen Zeitintervallen mindestens einmal im Fixierbereich darstellen. Dies kann mittels Bildverarbeitung kontrolliert werden.

- Ein weiteres Anwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Erfassens mit einem bildaufnehmenden Kontrollsysteim ist die vom Blick gesteuerte Cursor-Führung
- 30 auf einem betrachteten Bildschirm. Anstatt, wie oben beschrieben, Bildausschnitte des Kontrollsysteims im Bereich des Fixierungspunktes mittels Bildverarbeitung gespeicherten Symbolen zuzuordnen, können auf dem betrachteten Bildschirm Koordinatenmarken vorgesehen werden, die mittels Bildverarbeitung im erfassten Bild bestimmbar sind. Die Lage des Fixierungspunktes,
- 35 bzw. Bildzentrums, des von den entsprechend der Augenausrichtung ausge-

- richteten Kameras aufgenommenen Bildes des Bildschirmes, kann dann in Bildschirmkoordinaten umgerechnet werden. Die Bildschirmkoordinaten des Fixierpunktes der Augen und somit der Kameras werden an den Bildschirm, bzw. seine Steuerung übertragen, so dass der Fixierpunkt gemäss seiner
- 5 Koordinaten auf dem betrachteten Bildschirm in der Form eines Cursors dargestellt werden kann.

- Die blickgesteuerte Cursor-Führung auf einem betrachteten Bildschirm hat sehr viele Verwendungsmöglichkeiten. Bei Operationen, bei denen die operierende
- 10 Person die Operation am Bildschirm verfolgt, kann der Blickcursor der operierenden Person für die assistierenden Personen eine Orientierungshilfe sein, die das Verstehen des Operationsvorganges, bzw. Erklärungen dazu und das Ausführen von Anweisungen erleichtert. Mit dem blickgesteuerten Cursor können Menüfelder angesteuert, Zoombereiche lokalisiert, oder sogar
- 15 Bewegungen des das Bild erzeugenden Aufnahmesystems und gegebenenfalls von Operations-Hilfsgeräten gesteuert werden.

- Es versteht sich von selbst, dass die blickgesteuerte Cursor-Führung grundsätzlich alle bekannten Cursor-Führungen, also auch die verbreitete Maus-Führung ersetzen kann. Diese Ersatzmöglichkeit ist besonders vorteilhaft für körperlich stark behinderte Personen. Selbst wenn nur die Augen bewegt werden können, ist mit der blickgesteuerten Cursor-Führung eine vielseitige und effiziente Computerbenutzung möglich.
- 25 Beim Auge ist das Bildauflösungsvermögen beim auf die Fovea centralis abgebildeten Bildbereich maximal. Von diesem Bereich aus nimmt die Auflösung in alle Richtungen stark ab. Im Bereich des blinden Flecks ist sie sogar verschwindend klein. Das von einer Kamera erfasste Bild hat normalerweise über den ganzen Bildbereich im wesentlichen die gleiche
- 30 Auflösung. Um nun die vom Beobachter erhaltene Bildinformation zu erzeugen, kann die Bildinformation des Kontrollsystems mittels Bildverarbeitung unter Berücksichtigung des realen Bildauflösungsvermögens des Auges vom zentralen Bildbereich nach aussen reduziert werden. Gegebenenfalls wird auch bereits der Kamera des Kontrollsystems eine das gewünschte
- 35 Auflösungsvermögen erzeugende Weichzeichnerlinse vorgeschaltet. Wird die

Auflösungsreduktion mittels Bildverarbeitung erst bei der Analyse des aufgezeichneten Bildmaterials des Kontrollsystems durchgeführt, so besteht die Möglichkeit, die optimale Beobachtung mit einer realen zu vergleichen, insbesondere zu bestimmen, welche Informationen beim Auge untergehen.

5

Derartige Vergleiche dürften beim Beurteilen chirurgischer Haftpflichtfälle von Bedeutung sein, da Fahrlässigkeit meist nur dann vorliegt, wenn etwa vor einem Fehlschnitt, dessen Gefährlichkeit erkennbar war, oder wenn ein Fehler von der operierenden Person gesehen wurde, ohne darauf zu reagieren. Ein anderes erfindungsgemässes bildaufzeichnendes Überwachungssystem, das Bilder aus einer von der operierenden Person abweichenden Perspektive und ohne die Einschränkungen des menschlichen Auges aufzeichnet, macht gegebenenfalls Bildinformationen zugänglich, die für die operierende Person nicht zugänglich waren.

10

Es versteht sich von selbst, dass nebst dem Verändern der Bildauflösung auch andere bildverändernde Bearbeitungsschritte, wie etwa das Verstärken von Konturlinien oder das Einfügen von Masken, vorgesehen werden können. Dabei kann zur Bildaufbereitung auch Bildmaterial von anderen bildgebenden 15 Verfahren verwendet werden. Bei starken kurzzeitigen Augenbewegungen müssen gegebenenfalls für die Kamerabewegungen Dämpfungsverfahren und für die aufgezeichneten Bilder Filterverfahren vorgesehen werden.

20

Analog zur Verarbeitung des von der Retina aufgenommenen Bildes im Gehirn muss das Bildmaterial gegebenenfalls bearbeitet werden. Kontraste sollen verstärkt, Unschärfen ausgeglichen, periphere Informationen gefiltert und Bewegungen des Kopfes und der Aussenwelt ausgeglichen werden, so dass ein ruhigstehendes Bild entsteht. Nebst dem Bildmaterial werden gegebenenfalls auch die gemessenen Parameter gefiltert und/oder bearbeitet, so dass eine 25 optimale Steuerung des Kontrollsystems und somit eine optimale Bildaufnahme möglich wird.

30

Ebenfalls durch bildverändernde Bearbeitungsschritte kann beispielsweise ein Verständnis für ein anderes Sehverhalten, bzw. Sehvermögen erzielt werden. 35 Das Bildmaterial des Kontrollsystems wird dazu mittels Bildverarbeitung dem an-

- deren Sehen, beispielsweise dem Sehen bei Netzhautablösung oder etwa dem Sehen von Tieren, deren Augen andere Charakteristiken haben, angepasst.
- Nebst dem Messen von Augenparametern und der Bildaufnahme mittels eines Kontrollsystems kann gegebenenfalls auch vorgesehen werden, dass mindestens einem Auge über ein teildurchlässiges optisches Umlenkelement Bilder zugeführt werden können. Die einblendbaren Bilder können dabei etwa aus dem Kontrollsysteem stammen und den gegebenenfalls wegen eines Fehlverhaltens schlecht sehenden Augen aufzeigen, welches Bild bei optimalem Sehverhalten zu sehen wäre. Entsprechend kann auch umgekehrt einer normalsichtigen Person das Bildmaterial, das einer fehlsichtigen Person zugänglich ist, eingeblendet werden.
- Bei chirurgischen Eingriffen ist es zuweilen zweckmäßig, wenn der operierenden Person Bilder von anderen bildgebenden Verfahren, wie etwa Röntgenbilder, Ultraschallbilder, Computertomogramme und Kernspinresonanzbilder, insbesondere dem einsehbaren Operationsbereich überlagert, zuführbar sind. Dabei wird gegebenenfalls vom Auge aus gesehen hinter dem die Bilder zuführenden Umlenkelement ein elektronisch schaltbares Schliesselement vorgesehen, das z.B. aufgrund von Flüssigkristalländerungen von einem transmissiven in einen reflektiven Zustand übergeht. Dadurch ist es möglich, die zugeführten Bilder dem aktuellen Hintergrund überlagert, oder ohne Hintergrund zu betrachten.
- Das Kontrollsysteum umfasst gegebenenfalls eine Zoomoptik, so dass bei Bedarf ein gezoomter Ausschnitt im Bereich des von den Augen fixierten Punktes erfasst wird. Durch das zeitweise Einblenden des Zoombildes kann beispielsweise eine operierende Person in heiklen Operationsphasen von der direkten Beobachtung auf eine Beobachtung eines vergrösserten Teilbereiches umstellen (vergleichbar der bekannten Mikroskopbrille). Die Ausrichtung der Augen wird während dem Betrachten des Zoombildes vorzugsweise nicht mehr zum Bewegen der optischen Achsen der Kameras des Kontrollsysteums verwendet, sondern etwa wie bei Operationsmikroskopen gemäss der Patentanmeldung CH 3217/94-9 zum menuegesteuerten Verstellen von Parametern des Kontrollsysteums benutzt. Gegebenenfalls werden

Schwankungen der Distanz zwischen den Kameras und dem beobachteten Bereich automatisch mittels Autofokus und insbesondere durch kleine Ausrichtungsänderungen der Kameras kompensiert.

- 5 Nebst dem Erfassen und gegebenenfalls Einblenden eines Zoombildes kann das Kontrollsysteem auch Bilder in einem vom sichtbaren Bereich abweichenden Wellenlängenbereich, insbesondere im Infrarotbereich, Bilder mit einem vergrösserten Gesichtsfeld und/oder mit einer veränderten Stereobasis erfassen und gegebenenfalls den Augen zuführen.

10

- Beim ersten bildaufnehmenden System handelt es sich vorzugsweise um mindestens ein Auge, insbesondere um ein menschliches Auge oder tierisches Auge. Grundsätzlich können aber alle lichtsensiblen Sensorsysteme, gegebenenfalls sogar Einzelsensoren, Systeme mit mehreren Sensoren, vorzugsweise aber Sensorarrays und Bildaufnahmeverrichtungen mit einem bildaufnehmenden Kontrollsysteem kontrolliert werden. Vorzugsweise wird zumindest eine Richtungssachse des Sensorsystems erfasst und die mindestens eine Kamera wird in Abhängigkeit von dieser Richtung ausgerichtet. Der Einsatz eines bildaufnehmenden Kontrollsysteums zur Kontrolle eines lichtsensiblen ersten Systems ermöglicht die Kontrolle des situationsabhängigen Verhaltens des ersten Systems.

- 20
25 Es versteht sich von selbst, dass die Bildinformation des Kontrollsysteums und gegebenenfalls die am ersten bildaufnehmenden System gemessenen Parameter aufgezeichnet werden können.

- Analog zu den Verfahrensansprüchen sind weitere Vorrichtungsansprüche denkbar, die gegenständliche Merkmale aufweisen mit denen die entsprechenden Verfahrensschritte durchgeführt werden können.

30

- Die Zeichnungen erläutern die Erfindung an Hand schematisch dargestellter Ausführungsformen, auf welche die Erfindung aber nicht eingeschränkt ist.

- Fig.1 Frontansicht eines Kopfes mit zwei seitlich der Augen angeordneten Videokameras und zwei über den Augen angeordneten Sensoren zur Bestimmung der Augenachsen
- 5 Fig.2 Seitenansicht eines Kopfes mit Videokamera, Augenachsensensor und Umlenkspiegel
- Fig.3 Seitenansicht eines Kopfes mit Videokamera, Augenachsensensor, Umlenkspiegel, Bildeinblendevorrichtung und schaltbarem Schliesselement
- 10 Fig.4 Ansicht eines Systems mit einer von Hand ausrichtbaren ersten Kamera, einer Kontrollkamera und einer Mess-, Steuer- und Bildaufnahmeverrichtung

Fig.1 zeigt einen Kopf 1 mit zwei seitlich der Augen 2 angeordneten Videokameras 3 und zwei über den Augen 2 angeordneten Messvorrichtungen, die etwa Augen-Ausrichtungs-Sensoren 4 umfassen, aus deren Messung bzw. Bildaufnahme die Lage des Pupillenzentrums ableitbar ist. Um die Augenbilder den Ausrichtungs-Sensoren 4 und gegebenenfalls Licht, insbesondere Infrarot, von den Ausrichtungs-Sensoren 4 den Augen 2 zuzuführen, sind vor beiden Augen erste teildurchlässige Umlenkelemente 5 bzw. Spiegel, vorzugsweise dichroitische Spiegel vorgesehen. Gegebenenfalls umfasst die Messvorrichtung auch eine Sensoranordnung und eine Auswertungseinheit zur Bestimmung der Brechkraft jedes Auges. Die Sensoren 4, die teildurchlässigen Spiegel 5 und die Kameras 3 sind an einer Halterung 6 befestigt, die auf den Kopf 1 aufsetzbar ist.

25 Als Lagerungsvorrichtungen für die Kameras 3 sind vorzugsweise kardanische Lager 7 mit zueinander im wesentlichen normal stehenden ersten und zweiten Bewegungssachsen 7a und 7b vorgesehen. Um die Kameras 3 entsprechend der gemessenen Augenausrichtungs-Parameter in gewünschte Richtungen relativ 30 zu einem mit dem Kopf, bzw. der Halterung 6 verbundenen Koordinatensystem auszurichten, ist vorzugsweise jeder Kamera ein zweidimensionales Stellsystem 8 zugeordnet. Die Stellsysteme 8 betätigen etwa einen nach hinten stehenden Kamerafortsatz mittels zweier - eines ersten und eines zweiten - z.B. entlang der Achsen 7a und 7b wirkender, Linearantriebe 8a und 8b. Dabei ist der erste 35 Antrieb 8a mit der Halterung 6 verbunden und bewegt eine erste Stange 9, an

deren Endbereich der zweite Antrieb 8b befestigt ist. Der zweite Antrieb 8b ist über eine zweite Stange 10 mit dem Kamerafortsatz verbunden.

- Fig.2 zeigt den Kopf 1 mit der Halterung 6 von der Seite, so dass auch der
5 Kamerafortsatz 11 erkennbar ist. Aus der Seitenansicht geht auch die Halterung und Ausrichtung der teildurchlässigen Spiegel 5 gut hervor. Die von den Sensoren 4, den Stellsystemen 8 und den Kameras 3 ausgehenden Leitungen sind vorzugsweise mit einer Mess-, Steuer- und Bildaufzeichnungsvorrichtung verbunden. Diese Steuervorrichtung gewährleistet die der Augenausrichtung
10 entsprechende Ausrichtung und/oder die der gemessenen Augenbrechkraft entsprechende Fokussierung der Kameras 3. Zudem bearbeitet und/oder speichert die Steuervorrichtung die von den Sensoren 4 und den Kameras 3 gelieferten Signale.
- 15 Fig.3 zeigt eine Ausführungsform bei der nebst dem Messen von Augenparametern und der Bildaufnahme mittels der entsprechend der gemessenen Parameter eingestellten Kameras 3 gegebenenfalls auch vorgesehen ist, dass mindestens einem Auge über ein teildurchlässiges zweites optisches Umlenkelement 12 Bilder von einer mit der Halterung 6 verbundenen
20 Bildquelle 13 zugeführt werden können. Um die Bilder sowohl dem Hintergrund überlagert, als auch ausschliesslich dem Auge zuführbar zu machen, wird gegebenenfalls vom Auge 2 aus gesehen hinter dem die Bilder zuführenden Umlenkelement 12 ein von einer elektronischen Einheit 14 schaltbares Schliesselement 15 vorgesehen, das z.B. aufgrund von Flüssigkristalländerungen von einem transmissiven in einen reflektiven Zustand
25 übergeht. Die Steuerung der Bildquelle 13 und der Einheit 14 erfolgt durch die Steuervorrichtung.
- Fig.4 zeigt eine Ausführungsform, bei der das erste die Bildinformationen
30 aufnehmende Sensorsystem und auch das Kontrollsysteem je mindestens eine Videokamera umfasst. Anstatt die von einem Auge erfassten Bilder erfassbar zu machen, soll das Kontrollsysteem parallel zu einer ersten Videokamera Bilder erfassen. Eine erste Videokamera 16 wird dabei etwa über einen Führungsgriff 17 manuell bewegt. Zur Bestimmung der Ausrichtung der ersten Kamera 16 ist
35 dieser eine Richtungsbestimmungseinheit 18 zugeordnet. Die jeweilige

Einstellung der Optik der ersten Kamera wird gegebenenfalls entweder direkt durch von der Kamera 16 abgegebene Signale der Optikstelleinrichtung, oder durch eine an der Kamera 16 befestigte Messvorrichtung 19 bestimbar gemacht.

5

Die erfassten Parameter der ersten Kamera 16 werden einer Steuervorrichtung 20 zugeführt, die entsprechend der gemessenen Parameter eine zweite Kamera 21, bzw. deren Ausrichtung und/oder die Einstellung ihrer Optik steuert. Die Ausrichtung erfolgt dabei etwa durch eine Ausrichtungsvorrichtung 22 auf der 10 die zweite Kamera 21 befestigt ist. Gegebenenfalls sind die Halterungen 18 und 22 der beiden Kameras 16 und 21 über eine Haltevorrichtung 23 miteinander verbunden.

Darüber hinaus liegen im Rahmen der Erfindung aber auch Anwendungen, bei 15 denen das Kontrollsysteem absichtlich andere Parameter als das Sensorsystem aufweist, z.B. könnte das Sensorsystem (z.B. Videokamera eines Roboters) im Telezoombereich arbeiten, während das Kontrollsysteem im Weitwinkelbereich eine Übersichtsfunktion ausübt. So kann es weiters von Vorteil sein, dass das Kontrollsysteem in einem bestimmten Lichtwellenbereich parallel zum 20 Sensorsystem arbeitet, wobei dieses in einem anderen Lichtwellenlängenbereich arbeitet.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Erfassen von Bildinformationen einer Informationsaufnahme eines optischen Informationen aufnehmenden Sensorsystems (z.B. eines Auges oder einer Videokamera o.dgl.), dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum Sensorsystem (2,16) ein bildaufnehmendes Kontrollsyste (3,21) (z.B. eine Videokamera o.dgl.) vorgesehen ist, dessen Informationsaufnahme mit der Informationsaufnahme des Sensorsystems (2,16) so wenigstens annähernd zur Deckung gebracht wird, dass wenigstens ein optischer Parameter des Sensorsystems (2,16) - vorzugsweise laufend oder intermittierend - erfasst wird und der entsprechende optische Parameter des Kontrollsyste (3,21) in Abhängigkeit davon angepasst wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich beim Sensorsystem (2, 16) um ein erstes bildaufnehmendes System mit mindestens einer Optik und einer Bildaufnahmefläche handelt, wobei durch die mindestens eine Optik mindestens eine optische Achse definiert wird, deren Ausrichtung als erster Parameter erfassbar ist und zur Steuerung der Ausrichtung einer optischen Achse des Kontrollsyste (3,21) verwendet wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste bildaufnehmende System das menschliche oder tierische Sehsystem mit zwei Augen (2) ist, die Ausrichtungen der Augen (2) mittels Sensoren (4) bestimmt werden und die bestimmten Richtungen zum Ausrichten mindestens einer, vorzugsweise aber zweier Kameras (3), insbesondere Videokameras, des mit dem Kopf verbundenen Kontrollsyste verwendet werden.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der folgenden Verfahrensschritte vorgesehen ist,
 - a) bei der Bestimmung der Ausrichtung eines Auges (2) wird ein Bild des Auges (2) vorzugsweise im sichtbaren Lichtbereich, oder gegebenenfalls im Infrarotbereich, über ein vor dem Auge (2)

angeordnetes, vorzugsweise zumindest für sichtbares Licht teildurchlässiges erstes Umlenkelement (5) aus dem zentralen Bereich des Gesichtsfeldes ausgekoppelt und einer

5 Augenbildaufnahmeverrichtung (4), vorzugsweise einem CCD zugeführt, wobei zum Bestimmen der optischen Achse aus dem Bild die Pupillenlage und insbesondere das Zentrum der Pupille bestimmt wird,

b) um die Lage der Augen (2), bzw. die Lage der Pupillenzentren bei gerade nach vorne gerichteten Augen (2), insbesondere den
10 Augenabstand und/oder die Lage der Augendrehzentren zu bestimmen, wird ein Justierschritt durchgeführt, bei dem die Augen vorzugsweise auf mit dem Kopf verbundene Markierpunkte ausgerichtet werden,

c) um der Augenausrichtung eine Achse zuzuordnen, wird die optische
15 Augenachse durch das Augendrehzentrum und durch das aktuelle Pupillenzentrum gelegt,

d) die Gesichtslinie, bzw. Fixierlinie jedes Auges (2) wird mittels einer Winkelkorrektur aus der Augenausrichtung bestimmt, wobei für die
20 Winkelkorrektur gegebenenfalls eine Standardkorrektur, insbesondere aber eine Korrektur die durch eine Winkelbestimmung beim Fixieren mindestens eines vorgegebenen Fixpunktes bestimmbar ist,
verwendet wird,

e) aus dem Augenabstand und den Ausrichtungen der Augen (2) wird ein
25 Fixierungspunkt bestimmt, auf den die mindestens eine Kamera (3), vorzugsweise aber beide Kameras (3), ausgerichtet wird, bzw.
werden,

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass die Brechkraft mindestens eines Auges (2) mittels
30 Augenrefraktometrie bestimmt wird, wobei im wesentlichen die sphärische Dioptrie und gegebenenfalls der Astigmatismus und die Astigmatismus-
achse bestimmt werden.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch
35 gekennzeichnet, dass zur Einstellung des Fokus mindestens einer

- Kamera (3) des Kontrollsystems mindestens einer der folgenden Verfahrensschritte vorgesehen ist,
- a) der Fokus wird auf die Distanz zwischen der Kamera (3) und dem von den Augen (2) fixierten Fixierpunkt eingestellt,
 - 5 b) der Fokus wird von der auf den Fixierpunkt ausgerichteten Kamera (3) automatisch eingestellt,
 - c) der Fokus wird entsprechend der an mindestens einem Auge (2) gemessenen Brechkraft eingestellt.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildinformation des Kontrollsystems und gegebenenfalls die am ersten bildaufnehmenden System gemessenen Parameter aufgezeichnet werden.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einem Auge (2) über ein teildurchlässiges zweites optisches Umlenkelement (12) Bilder zugeführt werden, wobei es sich bei diesen Bildern etwa um Bilder aus dem Kontrollsysteem oder um Bilder von anderen bildgebenden Verfahren (z.B. Ultraschallröntgen-, CT-, PET- und vergleichbare Analyseverfahren) handelt.
- 20 9. Bilddaufnahmeverrichtung zur Erfassung einer Informationsaufnahme eines ersten Sensorsystems (2,16) (z.B. eines Auges, einer Videokamera o.dgl.) insbesondere nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum Sensorsystem (2,16) ein Kontrollsysteem (3,21) mit mindestens einer Videokamera (3,21) o.dgl. vorgesehen ist, deren optische Parameter den optischen Parametern des Sensorsystems (2,16) wenigstens annähernd angepasst sind, wobei das Kontrollsysteem eine Nachführvorrichtung (8,22) umfasst, die im Betriebszustand Bewegungen oder Änderungen wenigstens eines optischen Parameters des Sensorsystems (2,16) erfasst und im Betriebszustand Einstellungen mindestens eines Parameters des Kontrollsysteems kongruent nachführt.
- 25 30

10. Bildaufnahmeverrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine Messvorrichtung (4) vorgesehen ist, die einen
Parameter eines lichtsensiblen Sensorsystems (2,16) bestimmbar macht
und mindestens ein Steuerparameter des bildaufnehmenden Kon-
trollsystems (3,21) abhängig vom gemessenen Parameter einstellbar ist.
11. Bildaufnahmeverrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
dass die Messvorrichtung (4)
 - a) mindestens eine optische Achse des Sensorsystems (2,16),
insbesondere die Ausrichtung mindestens eines Auges (2), und/oder
 - b) mindestens eine Fokuseinstellung einer Optik des Sensorsystems
(2,16), insbesondere die Brechkraft mindestens eines Auges (2)
bestimmbar macht.
- 15 12. Bildaufnahmeverrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch
gekennzeichnet, dass die Nachführvorrichtung (8,22)
 - a) mindestens eine optische Achse des Kontrollsysteams (3,21),
insbesondere die Ausrichtung mindestens einer Videokamera (3,21),
und/oder
 - b) mindestens eine Fokuseinstellung einer Optik des Kontrollsysteams
(3,21), insbesondere den Fokus einer Videokamera
einstellbar macht.

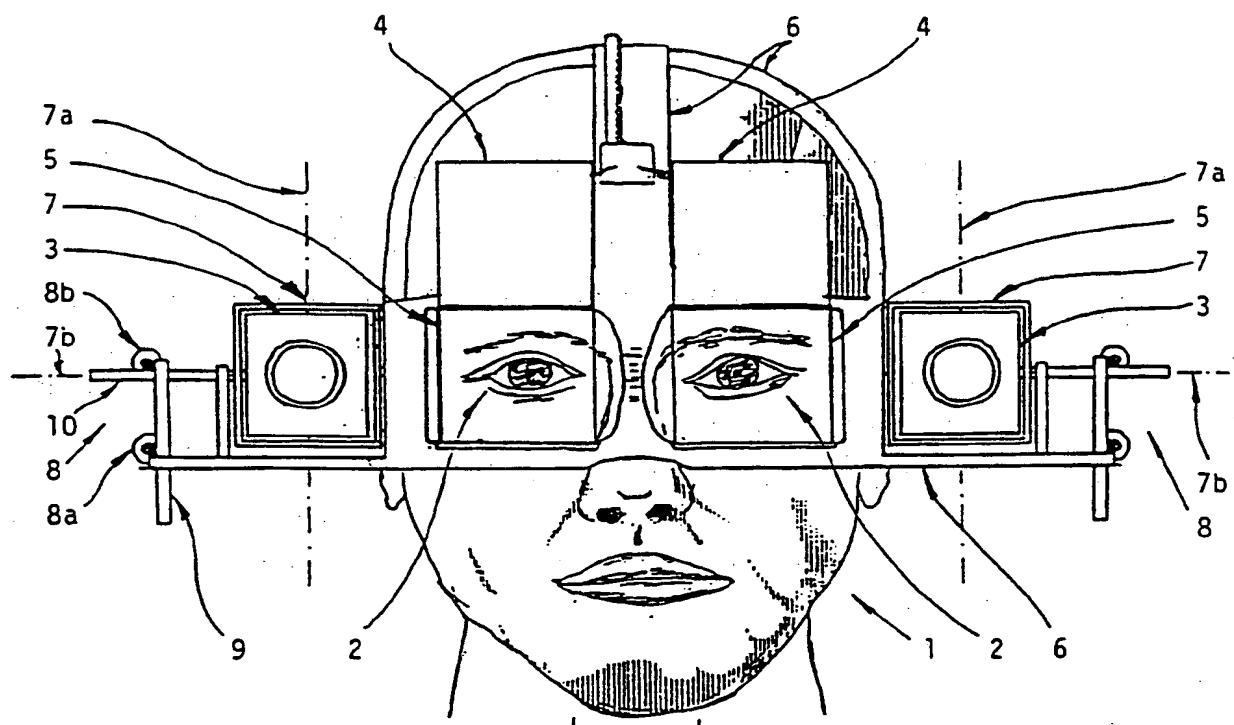


FIG. 1

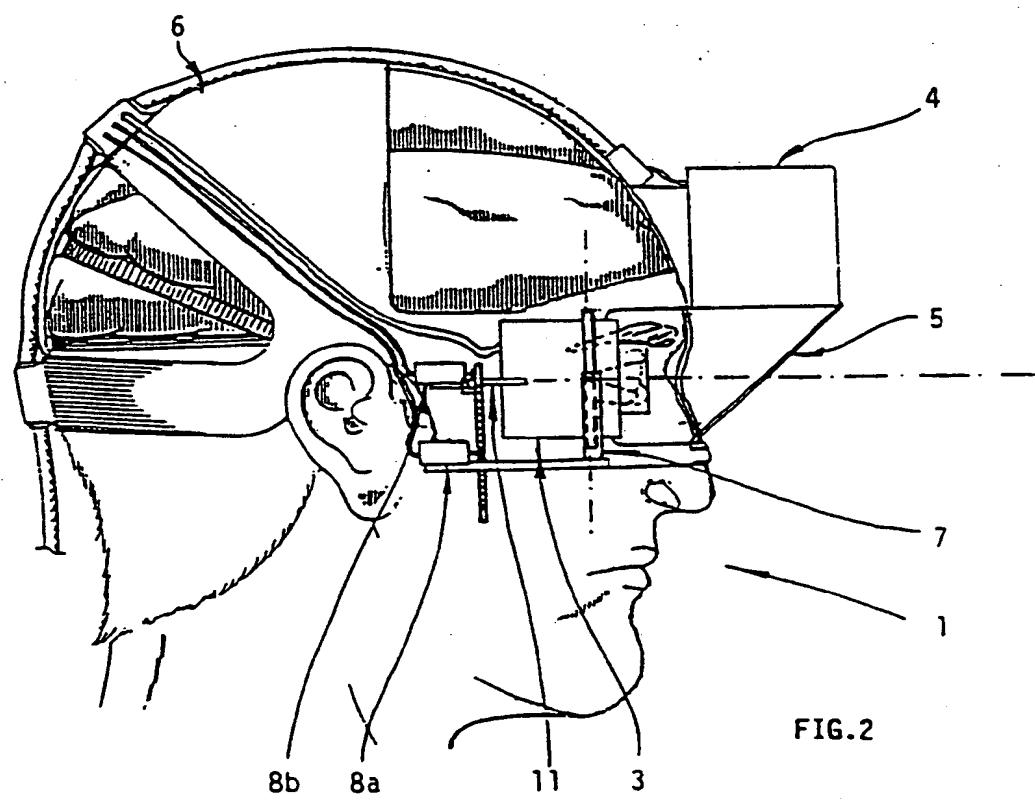


FIG.2

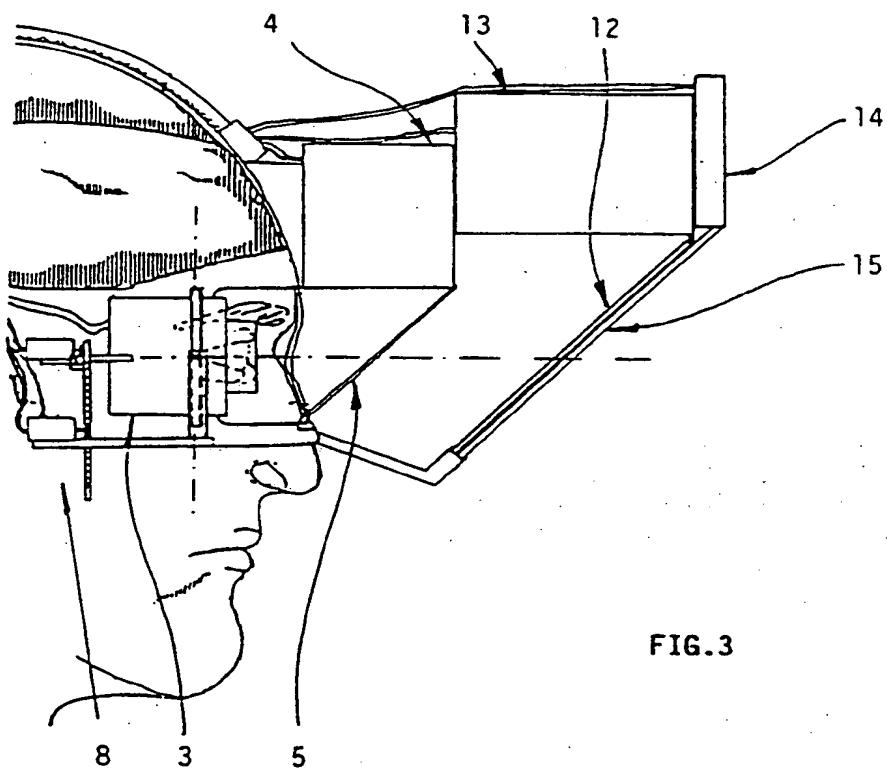


FIG. 3

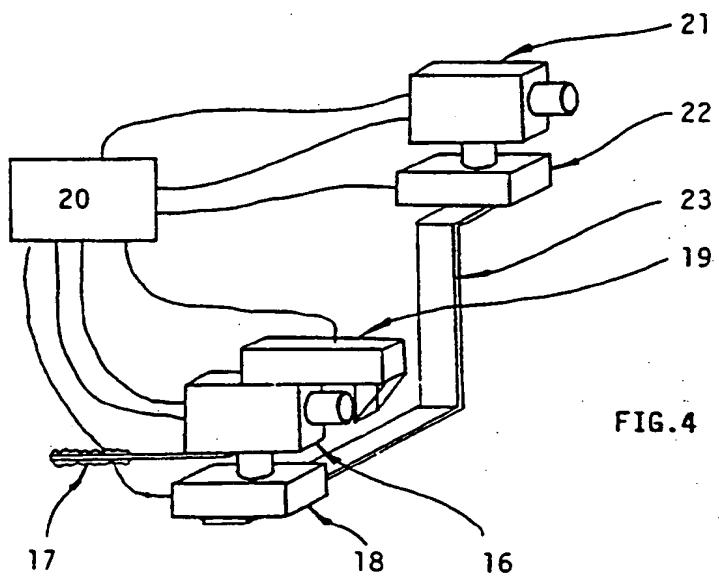


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 96/02046

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 A61B3/113 H04N5/232 G02B27/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 A61B G03B H04N G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,5 341 181 (GODARD) 23 August 1994 see column 3, line 19 - column 6, line 28 see figures	1
A	---	2,3,9-12
A	US,A,4 582 403 (WEINBLATT) 15 April 1986 see column 3, line 35 - column 6, line 5 see figures	1,4
A	WO,A,94 17636 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH, INC.) 4 August 1994 see page 4, line 8 - page 5, line 32 see figure 5	1,2,10
	---	-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 October 1996

Date of mailing of the international search report

11.10.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chen, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr	nal Application No
PCT/EP 96/02046	

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,A,43 37 098 (CANON K. K.) 5 May 1994 cited in the application see column 5, line 47 - column 8, line 10 see column 13, line 56 - column 14, line 16 see figure 1 ---	1,4,6,7
A	DE,A,29 37 891 (CANON K. K.) 24 April 1980 cited in the application see page 8, line 1 - page 13, line 27 see figure 1 ---	5
A	US,A,3 170 979 (BALDWIN ET AL.) 23 February 1965 see column 2, line 31 - column 3, line 6 see figures 1,2 ---	8
P,A	EP,A,0 665 686 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 2 August 1995 see column 2, line 47 - column 5, line 42 see figures -----	8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 96/02046

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
US-A-5341181	23-08-94	NONE			
US-A-4582403	15-04-86	NONE			
WO-A-9417636	04-08-94	CA-A- 2148231 US-A- 5434617	04-08-94 18-07-95		
DE-A-4337098	05-05-94	JP-A- 6148513 GB-A- 2272124	27-05-94 04-05-94		
DE-A-2937891	24-04-80	JP-C- 1492129 JP-A- 55042624 JP-B- 61053052 US-A- 4372655	20-04-89 26-03-80 15-11-86 08-02-83		
US-A-3170979	23-02-65	NONE			
EP-A-665686	02-08-95	US-A- 5491510 CN-A- 1115152 JP-A- 8032960	13-02-96 17-01-96 02-02-96		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 96/02046

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 A61B3/113 H04N5/232 G02B27/01

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 A61B G03B H04N G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US,A,5 341 181 (GODARD) 23.August 1994 siehe Spalte 3, Zeile 19 - Spalte 6, Zeile 28 siehe Abbildungen	1
A	---	2,3,9-12
A	US,A,4 582 403 (WEINBLATT) 15.April 1986 siehe Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 6, Zeile 5 siehe Abbildungen	1,4
A	WO,A,94 17636 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH, INC.) 4.August 1994 siehe Seite 4, Zeile 8 - Seite 5, Zeile 32 siehe Abbildung 5	1,2,10

	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- 'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 '&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

1. Oktober 1996

11.10.96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chen, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02046

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,A,43 37 098 (CANON K. K.) 5.Mai 1994 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 5, Zeile 47 - Spalte 8, Zeile 10 siehe Spalte 13, Zeile 56 - Spalte 14, Zeile 16 siehe Abbildung 1 ---	1,4,6,7
A	DE,A,29 37 891 (CANON K. K.) 24.April 1980 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 8, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 27 siehe Abbildung 1 ---	5
A	US,A,3 170 979 (BALDWIN ET AL.) 23.Februar 1965 siehe Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 6 siehe Abbildungen 1,2 ---	8
P,A	EP,A,0 665 686 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 2.August 1995 siehe Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 42 siehe Abbildungen -----	8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02046

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US-A-5341181	23-08-94	KEINE		
US-A-4582403	15-04-86	KEINE		
WO-A-9417636	04-08-94	CA-A- US-A-	2148231 5434617	04-08-94 18-07-95
DE-A-4337098	05-05-94	JP-A- GB-A-	6148513 2272124	27-05-94 04-05-94
DE-A-2937891	24-04-80	JP-C- JP-A- JP-B- US-A-	1492129 55042624 61053052 4372655	20-04-89 26-03-80 15-11-86 08-02-83
US-A-3170979	23-02-65	KEINE		
EP-A-665686	02-08-95	US-A- CN-A- JP-A-	5491510 1115152 8032960	13-02-96 17-01-96 02-02-96

THIS PAGE BLANK (USPTO)